

## **Assessing the physical vulnerability of Bojnourd city against earthquakes with the approach of sustainable urban development**

Ali Gholamzadeh Doab<sup>1</sup>, Saeed Kamiabi<sup>\*2</sup>, Zeinab Karkabadi<sup>3</sup>.

1- PhD Student in Geography and Urban Planning, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

2- Associate Professor, Department of Geography, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

3- Associate Professor, Department of Geography, Semnan Branch, Islamic Azad University, Semnan, Iran

**Received: 23 January 2022**

**Accepted: 07 May 2022**

### **Extended Abstract**

#### **Introduction**

The issue of urban safety against natural hazards is one of the main goals of urban planning and it is very important to raise awareness about the vulnerability of urban issues and to know their vulnerability to natural hazards. Paying attention to these risks and crises is an undeniable necessity of the crisis management system and structure. Natural hazards in many cases have devastating effects on human societies. The consequences of these phenomena are the occurrence of changes in environmental conditions, which in turn leads to the disruption of the normal life process of people and the occurrence of destructive effects on their habitats and imposes extensive economic and social damage on communities. Among natural disasters, earthquakes are more common. And in the absence of the power to prevent and prepare society, it turns into a human disaster that has direct, indirect and secondary destructive effects on both individuals and their habitat and society. Iran is one of the countries that are very vulnerable to natural disasters in terms of geographical and geological conditions. On the other hand, the city of Bojnourd due to its special geographical location and being located between the mountains of Koppeh-Dagh and Ala-Dagh and the existence of canals and rivers in it on the one hand and being located on faults on the other hand has great vulnerability to It is a natural hazard. Another case that causes the vulnerability of the worn-out structures of this city is the existence of spontaneous and old structures in the heart of this city, which are generally composed of one-story and two-story houses with low floor space which have been densely-built. These houses often do not have a technical standard and do not have the necessary resistance to natural hazards. Therefore, the general purpose of the present study is to determine the degree of physical vulnerability of Bojnourd city to earthquakes. According to the raised issues in the study area and also based on the importance and determined objectives, the question of this research is as follow:

- What is the situation of urban areas of Bojnourd in terms of earthquake vulnerability?

Due to the problems that have occurred in recent years in the field of natural disasters, much attention has been paid to studies in this field. For example, evaluating the resilience of worn-out textures against natural hazards in Semnan is the title of a study that Hassanzadeh Tavakoli et al. (2017), by using of the ANP model, have prioritized resilience criteria in this city. And they have come to the conclusion that the resilience of the worn-out texture of Semnan city is

---

\*. Corresponding Author (Email: saeid kamyabi@ gmail.com)

not in a desirable condition. Assessing the structural-natural resilience of urban land-use of region 4 of Tehran is the title of another study that has conducted by Jalalian in 2018 and by FANP method, it has been concluded that the average structural-natural resilience of land-use of region 4 of Tehran was 0.86 and resilient.

### **Methodology**

The present research is based on the purpose of the applied type which has been done through descriptive-analytical method. The method of data collection is based on library studies and questionnaires. The statistical population of the present study is experts related to the fields of urban planning and crisis management and water resources of Bojnourd.

In this regard, due to the specialization of the research topic, questionnaires were distributed and completed by 15 managers and senior experts of Bojnourd Municipality and specialists related to crisis management by purposeful sampling method. In order to measure the vulnerability of physical spaces in the city to earthquakes, 12 indicators in two ranges of structural-physical indicators including (building quality, building structures, hazardous centers, population density, building density, granulation, city road network, relief centers and open and public space and natural including (distance from fault lines, soil resistance and land slope) have been used.

### **Results and discussion**

After confirming the indicators by comparing the mean of the index and the component, the effectiveness of the existence of vulnerability assessment indicators of Bojnourd was examined through five-point Likert scale. According to the results of the pairwise comparison matrix of physical indicators, it was found that among the physical factors, the quality of the building with a normalized score (0.223), building structure (0.220), location of hazardous centers (0.140), population density (0.112), building density (0.110), granulation (0.074), city road network (0.049), location of relief centers (0.046), and open space with a score (0.026) are more preferable, respectively. Accordingly, the most vulnerable neighborhoods are mostly in the suburbs of Bojnourd. Considering that the mentioned neighborhoods in the past decades have been villages around the city and generally have a rural function and their physical growth towards the city has been spontaneous and unplanned, which have caused these neighborhoods in terms of indicators such as quality, buildings, antiquities, building structures and distance from relief centers, etc. do not have suitable conditions. And for these reasons, they are less vulnerable than other parts of the city, especially the newly built areas of the city, which are built and developed according to the plan.

### **Conclusion**

The final obtained result from the study of the research criteria indicates that most of the suburbs are unsuitable. Therefore, prioritizing this area with the aim of earthquake resistance is of great necessity. Although the southern parts of Bojnourd city are less vulnerable than the east and north of the city, considering that in recent years the highest rate of development of Bojnourd city is towards the southern and western regions and according to the earthquake risk zoning map, this part of urban development has reduced its distance from faults in the south of the city day by day and in an unplanned process is moving to high-risk areas, so that it is necessary to control and pay attention to this part of the city.

**Keywords:** Vulnerability, Resilience, Natural Hazards, Bojnourd City.

## ارزیابی آسیب‌پذیری کالبدی شهر بجنورد در مقابل زلزله با رویکرد توسعه پایدار شهری

علی غلامزاده دوآب - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

سعید کامیابی<sup>۱</sup> - دانشیار گروه جغرافیا، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

زینب کرکه آبادی - دانشیار گروه جغرافیا، واحد سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی، سمنان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۳

### چکیده

اثرات و آسیب‌پذیری ناشی از مخاطرات طبیعی در جهان در حال افزایش است و ابعاد این اثرات در زمینه‌های فیزیکی، توسعه اقتصادی اجتماعی، از دست دادن جان و مال، منابع و تخریب همه‌جانبه، شدید و گسترده است. تلاش برای کاهش آسیب‌پذیری نشان می‌دهد که باید راهبردی ارزشمند برای کاهش اثرات مخرب ناشی از بحران در دستور کار سیاست‌های اجتماعی روز قرار گیرد. با وقوع زلزله‌های مخرب در جامعه حوادثی از این دست اتفاق می‌افتد: فروریختن ساختمان‌ها، زخمی یا کشته شدن مردم، آسیب دیدن زیرساخت‌ها و متوقف شدن اقتصاد، بنابراین برنامه‌ریزی کاهش مخاطرات و بهسازی برای تاب‌آوری جوامع در مقابل مخاطرات بسیار ضروری است. از این رو این مقاله به بررسی کاهش آسیب‌پذیری و ساماندهی کالبدی - فضایی شهر بجنورد در مقابل زلزله از طریق برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری با رویکرد توسعه پایدار شهری می‌پردازد. روس تحقیق در پژوهش حاضر توصیفی - تحلیلی بوده که در ابتدا با جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های لازم اقدام به تشکیل بانک اطلاعاتی در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی گردید، سپس با استخراج و ترکیب نقشه‌های جدید، تحلیل نهائی انجام شده است. برای مشخص کردن میزان آسیب‌پذیری شهر بجنورد، به شاخص مراکز خطرزا، دانه‌بندی قطعات، تراکم ساختمانی، تراکم جمعیتی، کیفیت ابنیه، دسترسی به مراکز امدادی و زمین و اراضی عمومی و باز انتخاب‌شده و قطعه‌های ساختمانی آسیب‌پذیر در مقابل زلزله مشخص شده است. با توجه به نقشه آسیب‌پذیری شهر نتایج نشان می‌دهد محدوده‌هایی که خیابان‌های آن عرض کافی داشته و از نظر دسترسی به مراکز امدادی در وضعیت بهتری قرار داشته و تراکم جمعیتی و ساختمانی و .. در آن‌ها پایین است، از نظر آسیب‌پذیری در وضعیت بهتری قرار دارند. به عبارت دیگر این محدوده‌ها با توجه به تقسیم‌بندی نقشه آسیب‌پذیری به ۵ قسمت، آسیب‌پذیری نسبتاً پایین، پایین، متوسط، بالا و آسیب‌پذیری بسیار بالا گرفته‌اند.

**واژگان کلیدی:** آسیب‌پذیری، زلزله، کاربری اراضی شهری، شهر بجنورد، توسعه پایدار شهری.

## مقدمه

هر اتفاق غیرمترقبه ناگهانی که موجب تضعیف و از بین رفتن توانمندی‌های اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی مانند خسارات جانی و مالی، تخریب تأسیسات زیربنایی و کاهش زمینه‌های اشتغال در جامعه را فراهم آورد، به‌عنوان بلایای طبیعی معرفی می‌شود (حسنی، ۱۳۸۴: ۷۵). به‌عبارت‌دیگر بلایای طبیعی عملی از طبیعت است با چنان شدتی که وضعی فاجعه‌انگیز ایجاد می‌کند مخاطرات طبیعی این ظرفیت را دارند که در نبود سیستم‌های کاهش خطر، به سوانحی هولناک و ویران‌کننده برای اجتماعات بشری تبدیل شوند (Zhou et al., 1999: 5). معمولاً بلایای طبیعی با تخریب منابع درآمدی و امکانات زیستی و همچنین سلامت ساکنان در ارتباط بوده و همیشه خطری جدی برای توسعه به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه به شمار می‌رود (Badri et al, 2013: 38) بر اساس برآورد مطالعه سیگما در سال ۲۰۱۷، ۳۰۱ رخداد فاجعه روی داده که ۱۸۳ مورد آن طبیعی بوده است بلایای طبیعی عمدتاً به دلیل توفان‌های شدید، بارش و زلزله است. زیان‌های اقتصادی در سال ۲۰۱۷ نسبت به سال قبل از آن یعنی سال ۲۰۱۶ حدود دو برابر شده است و ۱۸۰ میلیارد دلار به ۳۳۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۷ رسیده است (جزایری و همکاران، ۱۳۹۸: ۵۲). موضوع ایمنی شهرها در برابر مخاطرات طبیعی یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزی شهری است و پرورش در خصوص آسیب‌پذیری مسائل شهری و شناخت میزان آسیب‌پذیری آن‌ها در مقابل مخاطرات طبیعی بسیار ضروری است. توجه به این مخاطرات و بحران‌ها ضرورت انکارناپذیر دستگاه مدیریت بحران و ساختار مدیریت بحران است، مخاطرات طبیعی در بسیاری از موارد تأثیرات مخربی بر جوامع انسانی می‌گذارد پیامدهای وقوع این پدیده‌ها بروز تغییرات در شرایط زیست‌محیطی می‌باشد که این نیز به‌نوبه خود به گسسته شدن روند زندگی عادی مردم و بروز تأثیرات مخرب بر سکونت‌کن سکونت‌گاه‌هایشان می‌انجامد و خسارت‌های اقتصادی و اجتماعی گسترده‌ای را در جوامع تحمیل می‌کند (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۳۲). در بین حوادث و سوانح طبیعی، غافلگیری زلزله بیشتر است و در نبود قدرت پیشگیری و آمادگی جامعه به فاجعه‌ای انسانی مبدل می‌شود که هم بر آدمی و هم بر زیستگاه او و جامعه‌اش اثرات تخریبی مستقیم، غیرمستقیم و ثانویه برجای می‌گذارد (خسروی، ۱۳۸۹: ۲۰). اما آنچه در افزایش تخریب و تلفات در شهرها دخالت دارد، وجود زمینه‌های لرزه‌خیزی ناشی از موقعیت زمین‌شناسی، وجود گسل‌های فراوان در بطن و حاشیه شهرها و ... همگام با عوامل انسانی متعدد نظیر افزایش جمعیت شهرها، افزایش مسکن کم‌دوام شهری، شهرسازی نامناسب با بحران زلزله همگی قابلیت لرزه‌پذیری شهرها را افزایش داده است که با وقوع زلزله‌ی نسبتاً شدید در یک شهر تحت شرایط فوق، پدیده‌ی طبیعی به فاجعه تبدیل و آثار و تلفات سنگینی را به بار می‌آورد (پورمحمدی و مصیب‌زاده، ۱۳۸۷: ۱۱۸). ایران به لحاظ شرایط جغرافیایی و زمین‌شناختی در زمره کشورهای است که آسیب‌پذیری بسیار زیادی در برابر سوانح طبیعی دارد، به‌طوری‌که ۳۱٫۷ درصد از کل مساحت آن در مناطق در معرض سوانح طبیعی واقع شده و ۷۰ درصد از جمعیت کشور در مناطق معرض خطر سیل طبیعی سکونت دارند. به‌طوری‌که اسکاپ در گزارش سوانح مرتبط با مخاطرات تکنونیک، ایران را جزء ده کشور اول دنیا و از حیث مرگ و میر ناشی از این مخاطرات جایگاه ایران را بین رتبه اول تا سوم جهان ذکر می‌کند (UNISDR, 2010: 3). از طرفی شهر بجنورد به دلیل موقعیت جغرافیایی خاص خود و قرارگرفتن در بین رشته کوه‌های کپه داغ و الاداغ و وجود مسیل‌ها و رودخانه‌ها در داخل آن از یک طرف و قرارگرفتن بر روی گسلها از طرف دیگر دارای آسیب‌پذیری فراوانی در برابر مخاطرات طبیعی می‌باشد. مورد دیگری که سبب آسیب‌پذیری بافتهای فرسوده این شهر می‌باشد وجود بافتهای خودرو و قدیمی در دل این شهر می‌باشد که عموماً از خانه‌های یک طبقه و دو طبقه با زیر بنای کم بصورت متراکم در کنار یکدیگر ساخته شده اند، تشکیل شده اند. این خانه‌ها غالباً دارای استاندارد فنی نبوده و ایستایی لازم در برابر مخاطرات طبیعی را ندارند. مشکل دیگر این بافت‌ها دسترسی نامناسب و محدود آن‌ها می‌باشد که امداد رسانی به ساکنان آن‌ها را پس از وقوع مخاطرات طبیعی را مشکل می‌سازد و می‌تواند با بحرانی شدن شرایط فاجعه انسانی به بار بیاورد. نتایج پژوهش می‌تواند در کاهش خسارت‌های مالی و جانی ناشی از عدم مکان‌یابی نامناسب بافت شهر بجنورد و بروز حوادث طبیعی مانند سیل و زلزله موثر باشد. تمام موارد فوق بیانگر ضرورت انجام اینگونه تحقیقات در مراکز آموزش عالی کشور می‌باشد.

هدف کلی تحقیق عبارت است از تعیین میزان آسیب‌پذیری و ساماندهی کالبدی - فضایی شهر بجنورد در مقابل زلزله. با توجه به بیان مسائل مطرح شده در منطقه مورد مطالعه و همچنین بر اساس اهمیت و اهداف تعیین شده، سوال این پژوهش عبارت است از:

نقش و تاثیر اصول و معیارهای توسعه‌پایدار برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری بر کاهش آسیب‌پذیری کالبدی اراضی-شهری بجنورد در مواجهه با زلزله چگونه می‌باشد؟

در دهه‌های اخیر، آسیب‌پذیری شهرها از بلایای طبیعی به شکل خاصی جلب توجه می‌کند آسیب‌پذیری، ویژگی خاص درونی و پویا در هر نظام است که معمولاً در یک مخاطره مشاهده می‌شود در این میان، ارزیابی مناطق آسیب‌پذیر زلزله، مفهومی پایه‌ای در این تحقیقات و نامی بنیادی در برنامه‌ریزی، پیشگیری و کاهش خسارتهاست (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۴۵). با توجه به مسائل پیش آمده در سالهای اخیر در زمینه وقوع فجایع طبیعی توجه زیادی به مطالعات در این زمینه شده است که در زیر به نمونه‌هایی از آن اشاره می‌شود:

مشکینی و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله ای با (سنجش الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی- کالبدی شهری در برابر مخابرات طبیعی مطالعه موردی منطقه ۷ شهرداری تهران) به این نتیجه رسیده اند که آسیب‌پذیری بسیار بالا در منطقه مورد مطالعه به لحاظ کالبدی با ۲۲ درصد به لحاظ اجتماعی ۱۶ درصد را در بر می‌گیرد. الگوی رفتار فضایی آسیب‌پذیری کاربردی خوشه بندی فضایی با سطح معناداری و واریانس فرمول استاندارد نمره  $Z$ ،  $13/82$  گویای یک الگو با تمرکز بالا اما در مورد بعد اجتماعی آسیب‌پذیری نمره  $Z$  عدد  $-1$  را نشان می‌دهد بیانگر توزیع تصادفی آسیب‌پذیری اجتماعی است که هیچ نوع خوشه بندی فضایی در منطقه وجود ندارد. ابراهیم‌زاده، و همکاران (۱۳۹۸)، در مقاله ای با عنوان (ارزیابی تاب‌آوری کاربردی شهر در برابر زلزله نمونه موردی شهر پیرانشهر)، به ارزیابی میزان تاب‌آوری بلوک های شهری در پیرانشهر پرداخته‌اند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد ۲۷ مساحت شهر دارای تاب‌آوری کم و خیلی کم، ۵۶ درصد متوسط و ۱۷ درصد تاب‌آوری زیاد می‌باشد. از این رو در بعد فضای شهر مساکن و سایر عناصر کاربردی واقع در محله‌های قدیمی شهر و با قدمت بالا آسیب‌پذیرتر از محله‌های تازه ساخت شهر (شمال و شمال شرقی) می‌باشد که مدیریت شهری و برنامه‌ریزی ملی و منطقه‌ای با بهره‌گیری از این یافته‌ها می‌توانند در جهت ارتقای تاب‌آوری این شهر بهره برداری مناسبی انجام نمایند. حسن زاده توکلی و همکاران، (۱۳۹۸)، در پژوهشی با عنوان (ارزیابی میزان تاب‌آوری بافت های فرسوده در مقابل مخاطرات طبیعی مطالعه موردی بافت فرسوده شهر سمنان) به این نتیجه رسیده‌اند که معیار اقتصادی با وزن  $0/213$  رتبه اول را کسب کرده و معیار جمعیتی و کالبدی نیز به ترتیب با وزن‌های  $0/172$  و  $0/209$  رتبه‌های دوم و سوم را کسب کرده بودند. بنابراین مشخص شده اهمیت این مولفه‌ها بین مولفه‌های دیگر بیشتر است، همچنین مشخص شد تاب‌آوری بافت فرسوده شهر سمنان در وضعیت مطلوبی نیست و نیاز به توجه ویژه مدیران شهری دارد. جزایری و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله با عنوان (ارزیابی ظرفیت تاب‌آوری شهری در برابر خطر زمین لرزه با تاکید بر ابعاد اجتماعی و نهادی مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهرداری تهران) به این نتیجه رسیدند در بین شاخص اجتماعی وضعیت شاخص ساختار سنی و جنسی جمعیت بالاتر از حد بهینه محاسبه شده است در مقابل وضعیت پوشش سلامتی فاصله‌ی زیادی با مقدار بهینه محاسبه شده داشته و در بین شلخص مربوط به تاب‌آوری نهادی همه شاخص‌ها فاصله محسوسی با مقدار بهینه داشته‌اند. جلالیان (۱۳۹۷)، در مقاله ای به‌عنوان (ارزیابی تاب‌آوری ساختاری-طبیعی کاربری اراضی شهری مطالعه موردی منطقه ۴ کلانشهر تهران) پرداخته است. نتایج پژوهش وی که پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط ۳۰ نفر از اعضای هیات علمی و کارشناسان متخصص در حوزه برنامه‌ریزی شهری و روستایی و محیط زیست و با استفاده از FANP بررسی کرده است، نشان می‌دهد که میانگین تاب‌واری ساختاری-طبیعی کاربری اراضی این منطقه  $0/86$  و تاب بوده است. بهرامی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله ای با عنوان (ارزیابی و تحلیل تاب‌آوری نهادی و کالبدی در محلات شهر سنجند) در محلات این شهر انجام داده‌اند و به این نتیجه رسیده‌اند که بین تاب‌آوری موجود در محلات نمونه و سطح تاب‌آوری آن‌ها در ابعاد نهادی-سازمانی و کالبدی-محیطی رابطه معناداری وجود داشته است و تغییر هر یک از آن‌ها، میزان تاب‌آوری خانوارها نیز تغییر می‌کند. امیریان،

(۱۳۹۷) در مقاله ای با عنوان (بررسی الگوی فضایی آسیب‌پذیری شهرها از زلزله و پیشنهاد الگوی بهینه (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)، نتایج یافته‌ها نشان داده است که مناطق مختلف شهر کرمانشاه به‌ویژه بخش‌های شمالی و جنوبی آن از لحاظ آسیب‌پذیری وضعیت مناسبی ندارد. همچنین به این نتیجه رسیده است که نتایج این مطالعه می‌تواند به مدیریت بحران به‌ویژه جهت خدمات امداد و نجات به برنامه‌ریزان شهری کمک کند. طبیبیان و همکاران (۱۳۹۷)، در مقاله ای تحت عنوان "ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های مسکونی در برابر زلزله و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری (مطالعه موردی: منطقه ۶ شهرداری تهران)" پرداخته‌اند. براساس نتایج به دست آمده از بررسی‌ها و محاسبات انجام‌شده در پژوهش حاضر، اتخاذ راهکارهایی در پنج دسته شکل کلی بافت مسکونی (قطعه بندی، توزیع کاربریها، همجواریها، و...)، فضاهای سبز و عمومی، شبکه دسترسی، تراکم جمعیت و کنترل و نظارت بر ساخت و ساز می‌تواند در ارتقای ایمنی محله‌های منطقه ۶ در برابر زلزله موثر واقع شود. اصلانی (۱۳۹۷) در مقاله ای تحت عنوان "تبیین، تحلیل و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله (مطالعه موردی: یک محله همسایگی از محله گلستان شرقی در منطقه ۲۲ تهران)" پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که علاوه بر اقدامات کاهش آسیب‌پذیری سازه‌ای و غیر سازه‌ای در واحد همسایگی، راهکارهای مدیریتی و نقش آموزش و آمادگی مردم در برابر سوانحی مثل زلزله بسیار حیاتی است. همچنین با بکارگیری روشهای ساده و کارآمد میتوان اجزای غیر سازه‌ای را در برابر خطرات ناشی از زلزله مقاوم نمود.

رجبی و همکاران (۱۳۹۷)، در مقاله ای تحت عنوان "پهنه بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی و ژئومورفولوژیکی سکونتگاههای سقز (مطالعه موردی سیل و زلزله)" پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که از کل روستاهای موجود در شهرستان سقز ۱۴۵ روستا در پهنه خطر نسبتا بالا و ۱۳۵ روستا در پهنه با خطر نسبتا متوسط قرار گرفته‌اند. حاتمی نژاد و ابدانی (۱۳۹۶)، در مقاله با عنوان (سنجش آسیب‌پذیری سازه‌های بافت فرسوده شهری در برابر مخاطرات طبیعی با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: بافت فرسوده مرکزی کلانشهر اهواز) به این نتیجه رسیدند که ۴۵/۸۳ درصد مساحت در بازه آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد قرار دارد و گویای این است که بخش زیادی از بافت فرسوده در محدوده مرکزی شهر اهواز به نوعی نیازمند برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل می‌باشد. زنگنه شهرکی و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه ای با عنوان (ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل FANP و یگور) به این نتیجه رسیده‌اند که عامل دسترسی به خدمات اصلی و ویژگی‌های کالبدی بیشترین تأثیر را در تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ تهران داشته است. پاشاپور و پور اکرمی (۱۳۹۶)، در مقاله ای با عنوان سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر زلزله به این نتیجه رسیده‌اند که معیارهای عرض معابر، مقاومت ساختمان و دسترسی به پارک به ترتیب با وزن‌های ۰/۲۳۸، ۰/۱۲۰ و ۰/۱۰۲ به ترتیب بیشترین اهمیت را در تاب‌آوری شهری داشته‌اند. مدیری و همکاران (۱۳۹۶)، در مقاله ای با عنوان مدل سازی آسیب‌پذیری مناطق شهری در زمان وقوع زلزله (نمونه موردی: منطقه سه کلانشهر تهران)، به این نتیجه رسیده‌اند که در صورت وقوع زلزله در منطقه سه تهران حدود ۳۶ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت آسیب‌پذیری خیلی زیاد و زیاد، ۳۰ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت متوسط و حدود ۳۳ درصد از کل مساحت منطقه در وضعیت کم و خیلی کم از لحاظ آسیب‌پذیری در مواقع بحران قرار دارد. لئون و مارچ (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان نقش مورفولوژی شهری در ایجاد تاب‌آوری سریع در برابر سونامی پرداخته‌اند. بدین منظور ابتدا بر مبنای سناریوی زمین لرزه‌های مشخص نواحی احتمالی سیل‌گرفتنی را تعیین، و در نهایت ۹ پهنه‌ی مختلف تخلیه را شناسایی کردند. آن‌ها اقدامات ضروری برای بهبود مورفولوژی شهری را در سه گروه مطرح کرده‌اند. ۱) ایجاد و یا بهبود فضاهای تجمع عمودی یا افقی ایمن؛ ۲) بهبود وضعیت شبکه معابر (۳) مدیریت موانع احتمالی تخلیه ایمن در مسیرهای پیشنهادی. در نهایت برای تعیین و کمی‌سازی اثرات اصلاحات مطرح شده در افزایش تاب‌آوری اقدام به تهیه یک مدل کامپیوتری عامل محور کرده‌اند و نتایج این مطالعه حاکی از افزایش چشمگیر امنیت تخلیه شوندگان و افزایش سرعت تخلیه در اثر اصلاحات پیشنهادی است. کارهولم و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی شهرها را از سه جنبه شامل ساختار

طبیعی، جامعه ساکن و فعالیت‌های دولتی مورد بررسی قرار داده و افزایش ظرفیت تحمل و جذب فشار را در هر جنبه به‌عنوان عامل افزایش تاب‌آوری بیان نموده‌اند. هاتر و همکاران (۲۰۱۱) طراحی معیارها و شاخص‌های تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی؛ هدف اصلی آن‌ها تدوین و طراحی شاخص تاب‌آوری مخاطرات برای آزمودن یا تعیین معیار شرایط تاب‌آوری جوامع است.

## مبانی نظری

شهرها، نظام‌های پیچیده و به هم وابسته‌ای هستند که نسبت به تهدیدهای طبیعی، انسان‌ساخت و خرابکارانه، بسیار آسیب‌پذیرند. مشخصاتی که شهرها را مطلوب و دست‌یافتنی می‌سازد، مانند معماری‌ها، مراکز تمرکز جمعیت، چیدمان عناصر و فضاهای شهری، زیرساخت‌های به هم وابسته و سایر موارد، این‌ها شهرها را در معرض خطرهای بالایی نسبت به مخاطرات طبیعی (سیل‌ها، زلزله‌ها و ...) و نیز مخاطرات انسان‌ساخت قرار می‌دهد. در واقع، انسان‌ها در برابر شرایط نامساعد، خطرناک و نامالایمات معمولاً احساس بی‌پناهی می‌کنند و در بسیاری مواقع نیز سعی می‌کنند که در برابر خطرناک و موقعیت ناگوار تحمل نمایند و نتایج غیرمنتظره‌ای به دست می‌آورند. توانایی اجرای این حالت اغلب در حوزه علوم اجتماعی به‌عنوان انعطاف‌پذیری نام دارد (حمزه ئی پهرانی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۲۱). برنامه‌ریزی شهری نقش حیاتی در شکل‌گیری شهرهای انعطاف‌پذیر دارد و برنامه‌ریزی استراتژیک در جهت فرم و کالبد شهری برای انطباق موضوع ضروری است (Olazabal et al., 2012: 14). ریسک (خطرپذیری) دامنه وسیعی دارد و مفهومی انتزاعی است که تعریف آن دشوار و در برخی از موارد، اندازه‌گیری آن غیر ممکن است. عموماً خطرپذیری، دو معنا را به دنبال دارد: ۱- آینده‌عدم قطعیت. بنابراین واقعه‌ای که مربوط به آینده نباشد و یا در مورد وقوع آن شک نداشته باشیم خطرپذیری تلقی نمی‌گردد. تلقی افراد از خطرپذیری، تأثیر منفی آن بر زمانبندی فعالیتها و هزینه مالی و صدمات جانی آن بر جوامع است. در صورتی که خطرپذیری میتواند دریچه‌ای بر فرصتها، توسعه و بهبود و یا تفکر جدید نیز باشد از نظر اینز، خطرپذیری، احتمال به وجود آمدن خطری بالقوه و احتمال آسیب‌هایش به‌عنوان خطرپذیری تعریف می‌شود. همچنین، چاپمن خطرپذیری را تابعی از احتمال روی دادن یک خطر طبیعی مشخص نشده و آسیب‌پذیری نهادهای اجتماعی می‌داند (ملکی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱). آسیب‌پذیری، شرایط تعریف شده توسط عوامل و فرایندهای کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و محیطی که حساسیت و شکنندگی یک جامعه را در برابر خطرهای افزایش می‌دهد، تعریف می‌شود. مفهومی است که با توجه به مشخصات فیزیکی و طبیعی هر پدیده در مقابل حوادث طبیعی و غیر طبیعی بروز می‌نماید (تیمورپور، ۱۳۹۶: ۱۴). آسیب‌پذیری به‌عنوان یک مفهوم کلی در ادبیات معیشت و مدیریت سوانح طبیعی مورد توجه قرار می‌گیرد و به استعداد آسیب و یا خسارت و تلفات در نتیجه شوک‌های خارجی و یا تنش بر روی سیستم معیشت اشاره می‌کند. از دیدگاه بلایکی و همکاران، آسیب‌پذیری ویژگی افراد یا گروهها را بر حسب ظرفیت پیش‌بینی، رویارویی و مقابله، مقاومت و بازیابی از اثرات مخاطرات را بیان می‌کند. آسیب‌پذیری تابعی از میزان در معرض بودن (چه کسی و چه چیزی در ریسک است) و حساسیت یک سیستم و درجه‌ای که مکانها و افراد آسیب‌پذیر می‌بینند، است. آسیب‌پذیری از تقابل سیستم‌های انسانی، محیط مصنوع و محیط طبیعی حاصل می‌شود. یکی از عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری جامعه، واقع شدن آن در محدوده‌های مستعد خطر نظیر سواحل، سیلاب‌دشته‌ها و مناطق لرزه‌خیز و سایت‌های بالقوه آلوده است (Blaikie et al., 2005: 9). بلایای اتفاق افتاده در سالیان اخیر بیانگر این موضوع است که جوامع و افراد به صورت فزاینده‌ای آسیب‌پذیر شده و ریسک‌ها نیز افزایش یافته‌اند. با این حال، کاهش ریسک و آسیب‌پذیری اغلب تا بعد از وقوع حوادث نادیده‌انگاشته می‌شوند. این در حالی است که شهرها به واسطه تغییر و پویایی دائمی‌شان همواره در معرض خطرات و آسیب‌های جدیدی خواهند بود که نیازمند وجود روشها و الگوهای مناسبی جهت مواجهه و مدیریت این سوانح می‌باشند. در واقع شهرها نیازمند رسیدن به سطحی تاب‌آور در ابعاد مختلف خود هستند. در چنین شرایطی شهرها و شهروندانشان آمادگی لازم را برای هر گونه چالش و حادثه‌ای (اعم از طبیعی و انسانی) را خواهند داشت و آن‌چه که مهم است اراده و

خیزش این شهرها و مدیریت شهری آنها و حرکت گام به گامشان بسمت شهرهای آماده و نزدیکتر شدن به شهرهای تاب آور است (فرزاد بهتاش و همکاران، ۱۳۹۲: ۹). در دهه های اخیر، آسیب پذیری شهرها از بلایای طبیعی به شکل خاصی جلب توجه می کند آسیب پذیری، ویژگی خاص درونی و پویا در هر نظام است که معمولاً در یک مخاطره مشاهده می شود در این میان، ارزیابی مناطق آسیب پذیر زلزله، مفهومی پایه ای در این تحقیقات و نامی بنیادی در برنامه ریزی، پیشگیری و کاهش خسارتهاست (مشکینی و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۴۵). مخاطرات طبیعی به طور اعم - و خطر زمین لرزه به طور اخص - از طریق تأثیرگذاری بر فرایندهای اجتماعی و اقتصادی و سیاسی جامعه، به آسیب پذیری آن منجر می شود (Wisner et al., 2004; DFID, 2006: 8; USGS, 2006; Blaikie et al., 2005). بنابراین، با توجه به مفهوم مذکور، مخاطرات طبیعی با " خسارت فیزیکی از طریق مکان، شدت، تکرار و احتمال بیان می شود"، و آسیب پذیری با " در معرض بودن، مستعد بودن و ظرفیت سازگاری " تعریف می شود (Taubenbock et al., 2007; Cannon, 2003).

### روش پژوهش

تحقیق حاضر از نوع هدف کاربردی است که با استفاده از روش توصیفی - تحلیلی انجام شده است. روش گردآوری اطلاعات بر اساس مطالعات کتابخانه ای و پرسشنامه است. جامعه آماری پژوهش حاضر، کارشناسان مرتبط با حوزه های شهرسازی و مدیریت بحران و منابع آب شهر بجنورد می باشند. حجم نمونه با توجه به تعداد پایین جامعه نمونه تعداد ۱۵ نفر انتخاب شدند. همچنین در بخش اصلی پژوهش که مربوط به ارزیابی میزان آسیب پذیری کاربری های شهر بجنورد در برابر زلزله می باشد از ترکیبی سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل سلسه مراتبی استفاده شده است. جهت تبیین شاخص های ارزیابی میزان آسیب پذیری شهر بجنورد در مواجهه با زلزله از روش دلفی بهره گرفته شده است. روش دلفی مبتنی بر نظرخواهی از کارشناسان خبره می باشد که در سه گام صورت می گیرد:

گام اول: تشکیل پانل دلفی: در این مرحله مسأله پژوهش تعریف و بر این اساس ویژگی های لازم برای شرکت کنندگان در پانل دلفی تعیین گردید. سپس نامزدهای مشارکت در این پانل شناسایی و از آنان دعوت به عمل آمد. این مرحله با ۱۵ کارشناس زبده و متخصص در حوزه مدیریت بحران شهر بجنورد به اتمام رسید.

گام دوم: تأیید شاخص های مستخرج از ادبیات موضوعی: پرسشنامه طراحی شده در رابطه با شناسایی ابعاد و شاخص های ارزیابی میزان آسیب پذیری شهر در مواجهه با زلزله در اختیار اعضای قرار گرفت. پس از دریافت پاسخ و بررسی دیدگاه های اعضا، شاخص های مناسب و مورد تأیید استخراج گردید.

گام سوم: سطح توافق با اولویت بندی معیارها از دیدگاه اعضای پانل: پس از تأیید شاخص ها با مقایسه میان میانگین شاخص و مولفه، میزان تأثیرگذاری وجود شاخص های ارزیابی میزان آسیب پذیری به شهر و کمک به ساماندهی کالبدی - فضایی بجنورد با استفاده از طیف ۵ گزینه ای (خیلی قوی = ۵، قوی = ۴، متوسط = ۳، ضعیف = ۲، خیلی ضعیف = ۱) مورد بررسی قرار گرفت. بنابراین استخراج شاخص ها از پرسشنامه دلفی در این گام، طی سه مرحله نهایی و جهت ارزیابی در بستر مورد مطالعه آماده می شوند. در ادامه، شاخص های نهایی و مورد استفاده در هر بعد به تفکیک مولفه آورده شده است.

### محدوده مورد مطالعه

شهر بجنورد، بین ۳۷ درجه و ۲۷ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۷ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۱ ثانیه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۱۷ دقیقه و ۴ ثانیه تا ۵۷ درجه و ۲۱ دقیقه و ۳۶ ثانیه طول شرقی گسترده شده و ارتفاع آن از سطح آبهای آزاد ۱۰۷۰ متر است. شهر بجنورد در ۳۰ کیلومتری شمال شرقی کوههای سالوک و ۱۳ کیلومتری جنوب رودخانه اترک واقع شده و از طریق راه زمینی در ۲۷۰ کیلومتری شمال غرب مشهد و ۶۹۵ کیلومتری شرق تهران قرار گرفته است. این شهر به خط مستقیم با نوار مرزی ایران و ترکمنستان ۵۵ کیلومتر فاصله دارد. وسعت آن ۱۹۰۰ هکتار از اراضی دشت بجنورد را به اشغال خود درآورده است.



### بحث و یافته‌ها

#### مرحله اول:

مطابق با جدول شماره ۱، شاخص‌هایی که میانگین آن‌ها پایین‌تر از میانگین مولفه باشد، از رده شاخص‌ها حذف گردیده و در ارزیابی و نظرسنجی جهت بررسی آسیب‌پذیری شهر بجنورد در مواجهه با زلزله نیز مطرح نخواهند شد.

جدول شماره ۱. میانگین و انحراف معیار شاخص‌های ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهر بجنورد در مواجهه با زلزله

مؤلفه	میانگین	شاخص	فراوانی	میانگین	انحراف معیار
بعد طبیعی	۲/۳	فاصله از خطوط گسل	۸	۴/۳۳	۰/۶۱۷
		مقاومت خاک	۸	۴/۳۳	۱/۴۳۸
		شیب زمین	۶	۳/۴۰	۱/۵۰۲
		سازه‌های ساختمانی	۱۵	۴/۶۷	۰/۴۵۸
		تراکم جمعیتی	۹	۴/۵	۰/۵۱۶
بعد کالبدی	۲/۶	نوع نمای ساختمان	۷	۱/۷	۱/۲۹۱
		کیفیت ساختمانی	۱۵	۴/۶۷	۰/۶۱۷
		دانه‌بندی قطعات	۵	۳/۵	۰/۵۲۸
		فضاهای باز و عمومی	۹	۴/۵	۰/۴۵۸
		معابر شهری	۶	۳/۴۰	۱/۳۳۵
		طبقات ساختمان	۷	۲/۱	۰/۶۴۰
		تراکم ساختمانی	۸	۴/۳۳	۰/۶۱۷
		مراکز امدادی	۱۲	۴/۶۷	۰/۴۵۸
		مراکز خطرزا	۱۰	۴/۶۷	۰/۵۱۶

#### مرحله دوم:

پس از بررسی میانگین و انحراف معیار هر یک از شاخص‌ها، با استفاده از طیف پنج‌گزینه‌ای میزان تأثیرگذاری هر یک در کاهش میزان آسیب‌پذیری به شهر و نیز ساماندهی کالبدی - فضایی شهر بجنورد مورد قرار گرفته است.

جدول شماره ۲. بررسی میزان اثرگذاری شاخص‌ها در کاهش آسیب‌پذیری به شهر در مواجهه با زلزله

مؤلفه	شاخص	خیلی قوی		متوسط		ضعیف		خیلی ضعیف	
		درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی
ارزیابی آسیب‌پذیری به شهر بجنورد در برابر زلزله	فاصله از خطوط گسل	۳۳,۳%	۱۰	۶۶,۷%	۰	۰	۰	۰	۰
	مقاومت خاک	۵۳,۳%	۶	۴۰%	۱	۶,۷%	۰	۰	۰
	شیب زمین	۱۳,۳%	۳	۲۰%	۵	۳۳,۳%	۵	۳۳,۳%	۰
	سازه‌های ساختمانی	۳۳,۳%	۱۰	۶۶,۷%	۰	۰	۰	۰	۰
	تراکم جمعیتی	۲۶,۷%	۱۱	۷۳,۳%	۰	۰	۰	۰	۰
	نوع نمای ساختمان	۰	۶	۴۰%	۴	۲۶,۷%	۰	۳۳,۳%	۵
	کیفیت ساختمانی	۳۳,۳%	۱۰	۶۶,۷%	۰	۰	۰	۰	۰
	دانه‌بندی قطعات	۰	۸	۵۳,۳%	۷	۴۶,۷%	۰	۰	۰
	فضاهای باز و عمومی	۰	۹	۶۰%	۵	۳۳,۳%	۱	۶,۷%	۰
	معابر شهری	۴۰	۸	۵۳,۳%	۱	۶,۷%	۰	۰	۰
	طبقات ساختمان	۰	۱	۶,۷%	۰	۰	۹	۶۰%	۳۳,۳%
	تراکم ساختمانی	۶۰%	۵	۳۳,۳%	۱	۶,۷%	۰	۰	۰
	مراکز امدادی	۳۳,۳%	۱۰	۶۶,۷%	۰	۰	۰	۰	۰
	مراکز خطرزا	۰	۱۴	۹۳,۳%	۱	۶,۷%	۰	۰	۰

## مرحله سوم:

با طی دو مرحله فوق الذکر و اشتراک گیری میان شاخص‌های مستخرج، ۱۲ شاخص از نظر کارشناسان و متخصصان خبره به‌عنوان شاخص ارزیابی برگزیده شده و تنها دو شاخص طبقات ساختمان و نوع نمای ساختمان از میان شاخص‌ها حذف گردید.

بنابراین در این بخش، در وهله اول به منظور شناسایی شاخص‌های سنجش آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله از ادبیات نظری استفاده شد که به‌عنوان مبنایی برای مرحله دوم قرار گرفت. در مرحله دوم یا اجرای میدانی پژوهش کیفی جهت تعیین ابعاد و شاخص‌های مناسب، با استفاده از مصاحبه و پرسشنامه (روش دلفی) آراء و نظرات خبرگان و متخصصان حوزه مدیریت بحران جمع‌آوری گردید. با توجه به نتایج حاصل از تشکیل پانل دلفی، شاخص‌های ارزیابی در دو بعد ۱- طبیعی و ۲- کالبدی شناخته شدند.

در بعد عوامل طبیعی، سه معیار فاصله از خطوط گسل، مقاومت خاک، و شیب زمین که به‌عنوان مؤثرترین عوامل دخیل در میزان آسیب‌پذیری شهر در مقابل زمین لرزه شناخته شده‌اند، مورد بررسی قرار گرفته است. و در بعد عوامل کالبدی ۹ معیار انسان‌ساختی و اجتماعی (تراکم جمعیت، تراکم ساختمان، دانه‌بندی ساختمانی، سازه‌های ساختمانی، کیفیت ساختمانی، معابر شهری، فضاهای باز شهری، مراکز امدادی همچون بیمارستان‌ها و ایستگاه‌های آتشنشانی و مراکز خطرزا همچون ایستگاه‌های تقلیل فشار گاز و جایگاه‌های سوخت رسانی) مؤثر در آسیب‌پذیری در مقابل زمین لرزه مورد استفاده قرار گرفته است. و ماحصل آن در قالب جدول شماره ۳ نشان داده شده است.

جدول شماره ۳. وزن معیارهای مؤثر در ارزیابی آسیب‌پذیری شهر بجنورد در برابر زلزله مستخرج از پانل دلفی

وزن	معیار		وزن	معیار	
	زیرمعیار	معیار		زیرمعیار	معیار
۰,۱۴۲۵۰	فاصله کمتر از ۵۰ متر	فضاهای باز و عمومی	۰,۰۵۱۵۵۵	۰ تا ۴ کیلومتر	فاصله از خطوط گسل
۰,۰۷۵۱۴	۵۰ تا ۱۵۰ متر		۰,۲۸۲۰۸	۴ تا ۶ کیلومتر	
۰,۰۹۱۷۷	۱۵۰ تا ۳۰۰ متر		۰,۰۴۹۱۷	۶ تا ۱۰ کیلومتر	
۰,۲۰۰۹۱	بیشتر از ۳۰۰ متر		۰,۰۷۴۱۱	۱۰ تا ۱۲ کیلومتر	
۰,۴۷۰۹۹	دسترسی محلی درجه ۱		۰,۰۱۳۷۵۵	بیشتر از ۱۲	
۰,۲۶۷۷۰	جمع و پخش کننده	معیار شهری	۰,۰۳۱۷۷۸	آبرفت	مقاومت خاک
۰,۱۴۲۵۰	درجه دو ویژه		۰,۰۹۱۷۷	رسوبات آبرفتی	
۰,۰۷۵۱۴	درجه یک		۰,۰۵۴۷۱	مارن و خاکستر	
۰,۰۴۳۶۷	کنارگذر شهری		۰,۰۵۳۵۴۷	ماسه سنگ و مارن	
۰,۰۳۸۷۰	کمتر از ۵۰ نفر		۰,۰۳۸۷۰	کنگلومرای نیمه سخت	
۰,۰۴۱۱۰	۵۱ تا ۱۵۰ نفر	تراکم جمعیتی	۰,۰۱۴۲۵۰	کمتر از ۶ درجه	شیب زمین
۰,۰۳۱۷۷۸	۱۵۱ تا ۲۵۰ نفر		۰,۲۶۷۷۰	۶ تا ۱۲ درجه	
۰,۰۵۴۷۱	۲۵۱ تا ۳۰۰ نفر		۰,۱۴۲۵۰	۱۲ تا ۱۵ درجه	
۰,۰۵۲۱۰	بیشتر از ۳۰۰ نفر تراکم		۰,۰۷۵۱۴	۱۵ تا ۲۵ درجه	
۰,۰۵۹۹۹	بسیار بالا		۰,۰۴۳۶۷	بیشتر از ۲۵ درجه	
۰,۱۰۶۹۶	بالا	تراکم ساختمانی	۰,۰۵۰۳۴۶	خشت و چوب	سازه‌های ساختمانی
۰,۰۲۰۰۹۱	متوسط		۰,۰۲۶۷۱۴	آجر و سنگ	
۰,۰۶۳۲۱۳	پایین		۰,۰۹۴۱۷	آجر و آهن	
۰,۰۶۵۱۲	بسیار پایین		۰,۰۹۴۱۷	اسکلت فلزی	
۰,۰۲۶۷۱۴	کمتر از ۵۰۰ متر		۰,۰۴۱۱۰	بتن آرمه	
۰,۰۷۵۱۴	بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	مراکز آتش‌نشانی و بیمارستان	۰,۴۷۰۹۹	تخریبی	کیفیت ساختمانی
۰,۰۱۳۷۵۵	۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر		۰,۲۶۷۷۰	مرمتی	
۰,۰۹۱۷۷	۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر		۰,۱۴۲۵۰	قابل نگهداری	

۰,۰۱۴۲۵۰	بیشتر از ۲۰۰۰ متر		۰,۰۷۵۱۴	نوساز	
۰,۴۵۸۷۰	کمتر از ۳۰۰ متر		۰,۰۴۳۶۷	فاقد بنا	
۰,۲۶۸۸۹	۳۰۰ تا ۵۰۰ متر	جایگاه سوخت	۰,۰۴۲۸۵۷	کمتر از ۱۰۰ متر	دانه‌بندی قطعات
۰,۵۱۳۲۷	۵۰۰ تا ۸۰۰ متر		۰,۴۵۸۷۰	۱۰۰ تا ۲۰۰ متر	
۰,۰۷۵۱۴	۸۰۰ تا ۱۰۰۰ متر	مراکز خطرزا	۰,۴۷۰۹۹	۲۰۰ تا ۳۰۰ متر	
۰,۵۱۲۴۲	بیشتر از ۱۰۰۰ متر		۰,۲۶۷۷۰	۳۰۰ تا ۵۰۰ متر	
۰,۰۴۳۶۷	کمتر از ۲۰۰ متر		۰,۲۶۷۷۰	بیشتر از ۵۰۰ متر	
۰,۰۹۱۷۷	۲۰۰ تا ۴۰۰ متر				
۰,۴۵۸۷۰	۴۰۰ تا ۷۰۰ متر	TBS			
۰,۴۷۰۹۹	۷۰۰ تا ۱۰۰۰ متر				
۰,۰۵۲۱۰	بیشتر از ۱۰۰۰ متر				

### تبیین ضریب اهمیت معیارهای بعد طبیعی در ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله

تشکیل ماتریس زوجی (مقایسه دودویی) معیارهای مورد بررسی

در این ماتریس (جدول ۴)، مقدار عددی  $A_{31}$  (ردیف ۳ و ستون ۱) که  $0/142$  می‌باشد، نشان می‌دهد که معیار فاصله از گسل ها  $7$  برابر شیب زمین دارای اهمیت می‌باشد و با توجه به اصل «شروط معکوس» در فرایند تحلیل سلسله مراتبی (اگر اهمیت  $I$  نسبت به  $J$  برابر با  $k$  باشد، اهمیت عنصر  $J$  نسبت به  $I$  برابر  $k$  خواهد بود). بنابراین مقدار عددی  $A_{13}$  برابر  $1$  خواهد بود.

جدول شماره ۴. ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌های طبیعی

شاخص	فاصله از خطوط گسل	مقاومت خاک	شیب زمین	مجموع
فاصله از خطوط گسل		۵	۷	۰/۷۳۱
مقاومت خاک	۱/۵		۳	۰/۱۸۸
شیب زمین	۱/۷	۱/۳		۰/۰۸۱

محاسبه میانگین هندسی معیارهای ارزیابی

$$\text{فاصله از خطوط گسل} : = 3.271066 [(1)(5)(7)]^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{مقاومت خاک} : \left[ \left( \frac{1}{5} \right) (1)(3) \right]^{\frac{1}{3}} = 0.843432$$

$$\text{شیب زمین} : = 0.3624601 \left[ \left( \frac{1}{7} \right) \left( \frac{1}{3} \right) (1) \right]^{\frac{1}{3}}$$

ضریب اهمیت معیارها از نرمالیزه کردن این اعداد یعنی از تقسیم هر عدد به سر جمع آن‌ها، به دست می‌آید.

محاسبه ضریب اهمیت معیارها ارزیابی

$$W_1 = \frac{3.271066}{4.476959} = 0.731$$

فاصله از خطوط گسل :

$$W_2 = \frac{0.843432}{4.476959} = 0.888$$

مقاومت خاک :

$$W_3 = \frac{0.3624601}{4.476959} = 0.081$$

شیب زمین :

$$W_1 + W_2 + W_3 = 1$$

$$0.731 + 0.888 + 0.081 = 1$$

همانطور که مشاهده می‌شود مجموع ضریب اهمیت معیارهای سه گانه در شاخص طبیعی معادل یک است. و این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارهاست. با توجه وزن بدست آمده، مشخص گردید به ترتیب معیار فاصله از خطوط گسل، مقاومت خاک و شیب زمین در آسیب‌پذیری شهر بجنورد موثر می‌باشند.

### تبیین ضریب اهمیت معیارهای بعد کالبدی در ارزیابی میزان آسیب‌پذیری شهر در برابر زلزله تشکیل ماتریس زوجی (مقایسه دودویی) معیارهای مورد بررسی

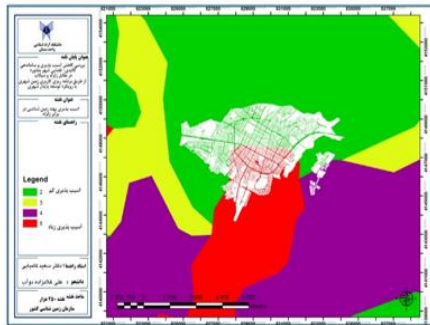
وقتی تعداد شاخص جهت مقایسه دودویی کم باشد، محاسبه میانگین هندسی و ضریب اهمیت آن‌ها براحتی امکان پذیر است همانطور که مقایسه دودویی شاخص های محیطی این تحقیق بصورت دستی برای سه شاخص خط گسل، زمین شناسی و شیب زمین انجام گرفت. ولی وقتی تعداد شاخص های بیشتر می‌شود علاوه بر زمان بر بودن مراحل انجام کار، امکان خطا هم به نسبت زیادی وجود دارد و اعتماد به ضریب اهمیت بدست آمده پایین خواهد آمد. بعلاوه کاهش خطا در این تحقیق جهت بالا بردن کیفیت و دقت محاسبات در شاخص های کالبدی از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده است همانطور که در جدول (۵) مشاهده می‌شود ۹ شاخص به صورت دودویی با هم مقایسه شده است مثلاً در مقایسه دودویی دو معیار سازه ساختمانی و تراکم ساختمانی، شاخص سازه ساختمانی عدد ۳ تعلق گرفته است که نشان می‌دهد ارزش و اهمیت این شاخص نسبت به تراکم ساختمانی اندکی بیشتر است. نتایج مقایسه معیارها و ضریب اهمیت آن‌ها در شکل ۱ آمده است که به ترتیب ضریب اهمیت بالا به شرح ذیل لیست شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مجموع ضریب اهمیت معیارهای ۹ گانه (سطح دوم سلسله مراتبی) معادل یک است. این نشان دهنده نسبی بودن اهمیت معیارهاست. ضریب ناسازگاری (CR) در این تحقیق ۰/۰۶ بوده که نشانگر سازگاری قابل قبول است و وزن‌های بدست آمده دارای سازگاری خوبی هستند.

جدول شماره ۵. ماتریس مقایسه زوجی شاخص‌های کالبدی

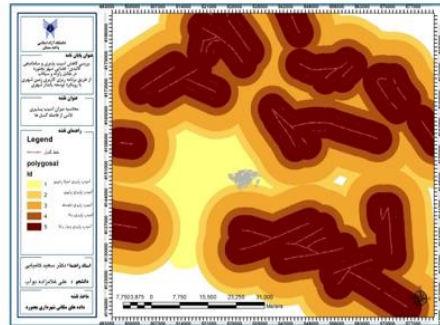
شاخص	سازه های ساختمانی	کیفیت ساختمانی	دانه‌بندی قطعات	فضاهای باز و عمومی	معیار شهری	تراکم جمعیتی	تراکم ساختمانی	مراکز امدادی	مراکز خطرزا	مجموع
سازه های ساختمانی										۰/۲۲۰
کیفیت ساختمانی		۳								۰/۲۲۳
دانه‌بندی قطعات			۴							۰/۰۷۴
فضاهای باز و عمومی				۷						۰/۰۲۶
معیار شهری					۵					۰/۰۴۹
تراکم جمعیتی						۳				۰/۱۱۲
تراکم ساختمانی							۲			۰/۱۱۰
مراکز امدادی								۷		۰/۰۴۶
مراکز خطرزا									۵	۰/۱۴۰
										۱

شکل شماره ۱. مقایسه دودویی شاخص های کالبدی در نرم افزار Expert Choice

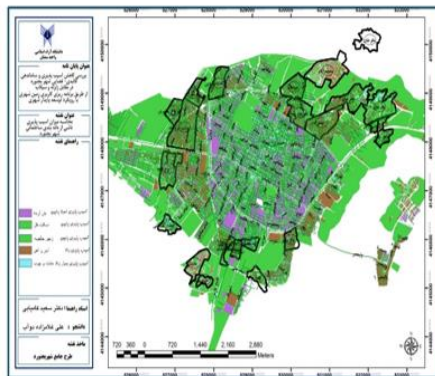
با توجه به نتایج حاصل از جدول و نمودار فوق، مشخص گردید که از میان عوامل کالبدی به ترتیب کیفیت بنا با امتیاز نرمال شده (۰/۲۲۳)، سازه ساختمان با امتیاز نرمال (۰/۲۲۰)، موقعیت مراکز خطرزا با امتیاز نرمال (۰/۱۴۰)، تراکم جمعیتی با امتیاز نرمال (۰/۱۱۲)، تراکم ساختمانی با امتیاز نرمال (۰/۱۱۰)، دانه‌بندی با امتیاز نرمال (۰/۰۷۴)، شبکه معابر شهر با امتیاز نرمال (۰/۰۴۹)، موقعیت مراکز امدادی با امتیاز نرمال (۰/۰۴۶)، و فضای باز شهری با امتیاز نرمال (۰/۰۲۶)، ارجح تر می‌باشند.



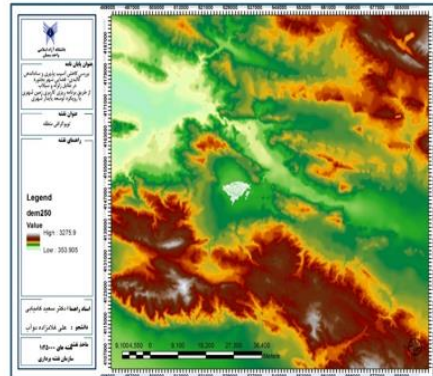
شکل شماره ۳. محاسبه میزان آسیب‌پذیری پهنه های زمین شناسی



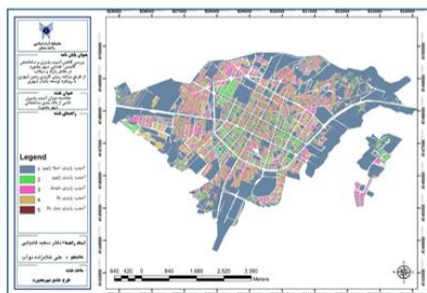
شکل شماره ۲. محاسبه میزان آسیب‌پذیری بجنورد نسبت به فاصله از گسل ها



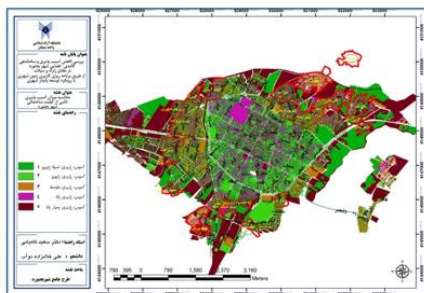
شکل شماره ۵. پراکندگی پهنه های آسیب‌پذیر از نظر نوع سازه ای



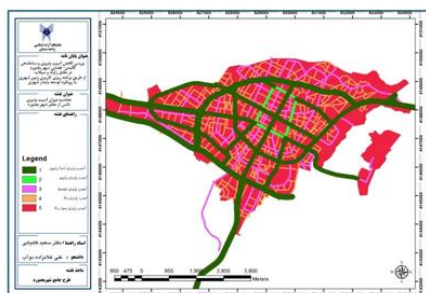
شکل شماره ۴. محاسبه میزان آسیب‌پذیری پهنه های شیب زمین



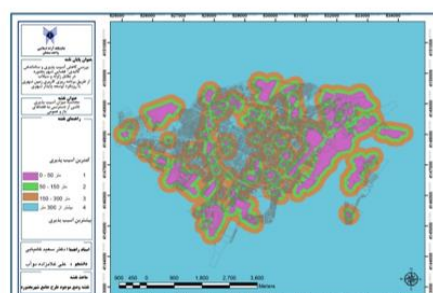
شکل شماره ۷. میزان آسیب‌پذیری ناشی از دانه‌بندی یا قطعه بندی زمین



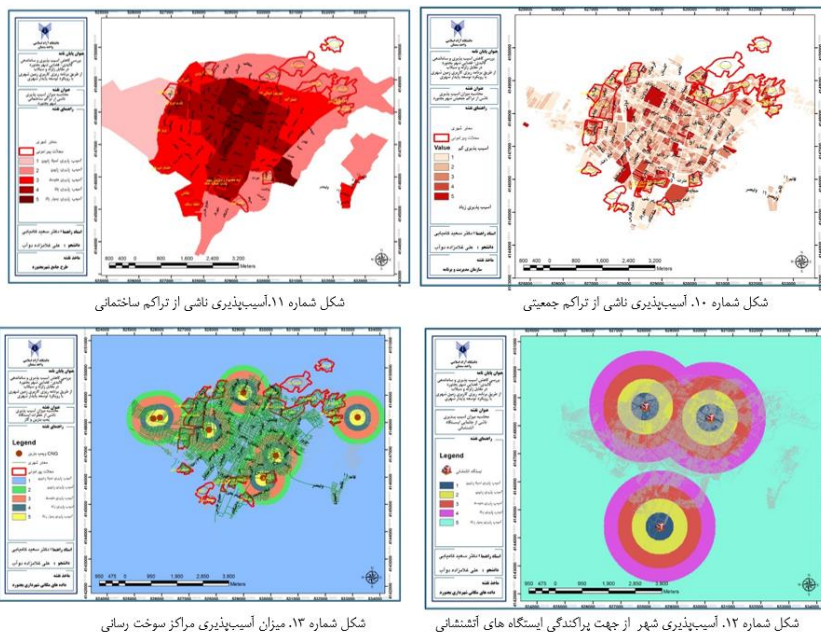
شکل شماره ۶. پراکندگی پهنه های آسیب‌پذیر از نظر کیفیت بناهای



شکل شماره ۹. سنجش آسیب‌پذیری شبکه معابر در زمان وقوع زلزله



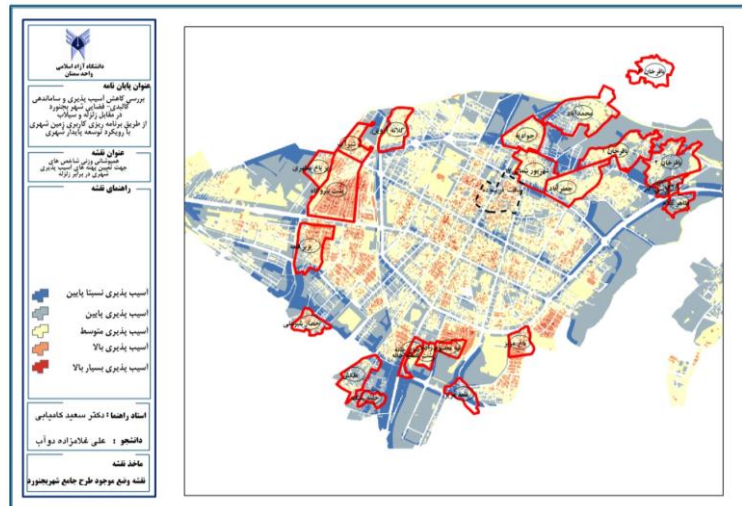
شکل شماره ۸. آسیب‌پذیری ناشی از دسترسی به فضاهای باز شهری



### نقش و تاثیر اصول و معیارهای توسعه پایدار برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری بر کاهش آسیب‌پذیری کالبدی اراضی-شهری بجنورد در مواجهه با زلزله چگونه می‌باشد؟

بر اساس نقشه شماره ۱۴، بافت مرکزی شهر بجنورد و محلات قدیمی شهر دارای بیشترین سطح آسیب‌پذیری در برابر زلزله را دارند که این نشان دهنده رابطه مستقیم و معنا دار سطح برنامه‌ریزی و ساماندهی کاربری های شهری است. زیرا هسته های اولیه شهر که بخش مرکزی بجنورد را در بر میگیرد در طی زمان رشد خود جوش و بدون برنامه بوده است و بیشتر بر اساس رفع نیاز ساکنین در دهه های گذشته بوده است اینکه در این بخش از شهر معابر از عرض محدودی برخوردار هستند بعلت عدم نیاز ساکنین شهر در سال‌های گذشته به وسایل نقلیه موتوری بوده است و کوچه عموماً بر حسب ظرفیت رفت و آمد ساکنین و یا نهایتاً حمل بار توسط چهار پایان طراحی گشته است. علاوه بر این در دهه های گذشته نیاز به بافت مترکم، فشرده و معابر تنگ و کم عرض جهت تامین امنیت ساکنین اجتناب ناپذیر بوده است چرا که در زمان یورش بیگانگان فرایند دفاع از محله و شهر آسان‌تر بوده است. ولی با توسعه وسایل نقلیه عمومی و تغییر یافتن نقش و عملکردهای شهری، در بافت‌های شهری نیاز به این است که کاربری های شهری نیز ساماندهی کالبدی و فیزیکی گردند که البته این تغییرات مستلزم زمان زیادی است به همین علت بافت قدیمی و مرکزی شهر با عنایت به اینکه بر اساس خواست و نیاز جوامع امروزی طراحی نگردیده است در برابر بحران‌هایی چون زلزله بشدت آسیب‌پذیر هستند. محلاتی که در نقشه مشاهده می شوند و از آسیب‌پذیری بالایی هم برخوردار هستند بعلت اینکه این محلات در دهه گذشته روستاهای اطراف شهر بوده اند و عموماً دارای کارکرد روستایی هستند و رشد فیزیکی آن‌ها به سمت شهر بصورت خود جوش و بدون برنامه بوده است که موجب شده این محلات از نظر شاخص‌هایی همچون کیفیت بنا، قدمت، سازه های ساختمانی و دوری از مراکز امدادی و .. شرایط مناسبی را برخوردار نباشند و به همین دلایل در برابر زلزله از سایر قسمت های شهر مخصوصاً مناطق نوساز و حاشیه شهر که بر اساس طرح و برنامه ساخته و توسعه یافته اند از آسیب‌پذیری بیشتری برخوردارند. در نتیجه می توان بیان نمود میان ساماندهی کالبدی - فضایی شهر بجنورد از از طریق برنامه کاربری زمین شهری با میزان کاهش خسارات وارده ناشی از زلزله در جهت توسعه پایدار شهری رابطه مستقیم وجود دارد.





شکل شماره ۱۴. بلوک های آسیب پذیر شهر بجنورد در برابر زلزله

### نتیجه گیری

بررسی معیارهای تحقیق در سطح شهر بجنورد از وضعیت نامناسب اکثر معیارها در بافت فرسوده و قدیم و همچنین محلات روستایی ادغامی در شهر حکایت دارد. این مسئله از آسیب و خسارات بیشتر این نواحی در صورت وقوع زمین لرزه خبر می‌دهد؛ لذا این مناطق از اولویت‌های اقدام در سطح شهر محسوب می‌گردد و تهیه طرح‌های موضعی با محور کاهش خطر در این نواحی از ضرورت بالایی برخوردار است. با توسعه‌ی شهر به سمت اطراف نموده‌های به کارگیری برنامه ریزی شهری و کاربری اراضی (خیابان‌های عریض تر، توزیع مناسب تر و افزایش وسعت فضاهای باز و در نتیجه دسترسی بیشتر به فضاهای باز، جنس بهتر سازه‌ها و ...) در بافت شهری قابل مشاهده است. به نحوی که می‌توان گفت بیشتر معیارها در این نواحی از وضعیت مناسب تری برخوردار هستند. توسعه‌ی آتی یک شهر که آسیب‌پذیری و تاب‌آوری بافت‌های آینده و در نتیجه نسل‌های آتی را مشخص می‌سازد از اهمیت بسیاری برخوردار است. با توجه به این که طی سال‌های اخیر بیشترین میزان توسعه‌ی شهر به سمت نواحی جنوبی و غربی است و با توجه به نقشه پهنه بندی خطر زمین لرزه این بخش از توسعه شهری روز به روز فاصله خود را با گسل‌ها، در جنوب شهر کمتر کرده و در روندی بدون برنامه به سمت نواحی در معرض خطر بالادر حرکت می‌باشد که به معنای شدت بالاتر زمین لرزه در این مناطق است. به طور کلی از مطالعه حاضر نتایج زیر حاصل شده است: با توجه به نقشه آسیب‌پذیری شهر، محدوده‌هایی که خیابانهای آن عرض کافی داشته و از نظر دسترسی به مراکز امدادی در وضعیت بهتری قرار داشته و تراکم جمعیتی و ساختمانی و ... در آن‌ها پایین است، از نظر آسیب‌پذیری در وضعیت بهتری قرار دارند. به عبارت دیگر این محدوده‌ها با توجه به تقسیم‌بندی نقشه آسیب‌پذیری به ۵ قسمت، آسیب‌پذیری نسبتاً پایین، پایین، متوسط، بالا و آسیب‌پذیری بسیار بالا گرفته‌اند.

به طور کلی محدوده‌های موجود در جنوب شهر، بخش غربی و کناره‌های شهر نسبت به بقیه محدوده شهر مورد مطالعه دارای آسیب‌پذیری کمتری هستند. با حرکت از سمت جنوب به شمال شهر، بر میزان آسیب‌پذیری افزوده می‌شود. علت این امر این است که جنوب شهر نسبت به مرکز و شمال آن دارای معابر با عرض کافی، ساختمان‌های مقاوم و با قدمت کم می‌باشد. تراکم کاربری‌های در بافت مرکز شهر مانند بازارهای محلی، مسجد انقلاب، مطب پزشکان و کاربری‌های جاذب ترافیک تجاری به خصوص در بدنه خیابان‌های طالقانی و بهشتی، شهید قربانی و ... که نقش شهری دارند، باعث شده که مرکز شهر در وضعیت آسیب‌پذیری بالایی در برابر زلزله قرار داشته باشد. همچنین محلات قدیمی شهر همچون بربرقلعه، کلاته آروین، جوادیه، پشت نیروگاه، باغ مطهری، محله شیر آب و ۱۷ شهرپور شمالی به علت داشتن عرض کم، بافت متراکم، سازه‌های کم مقاوم، کیفیت ساختمانی ضعیف در وضعیت خوبی نیست. آسیب‌پذیری محلات معصوم زاده، باغ عزیز و دباغ خانه نیز مشهود است. وجود کاربری‌های با مساحت زیاد، تراکم جمعیتی و ساختمانی کم و درجه

محصولیت کمتر در بدنه بلوار دولت، ولایت، خیابان دهخدا، استقلال، بلوار مدرس و ۳۲ متری شهیدا باعث امتیاز پایین از نظر آسیب‌پذیری و نتیجه وضعیت بهتر آن‌ها شده است. این بزرگراه‌ها نقش حیاتی را به‌عنوان شریان حیاتی در مواقع بعد از زلزله بازی خواهند کرد و آسیب‌پذیری کمتر آن‌ها در این امر کمک زیادی در امر امداد رسانی بازی خواهند کرد.

## تقدیر و تشکر

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

## منابع

- (۱) ابراهیم‌زاده، عیسی؛ کاشفی دوست، دیمین و حسینی، سید احمد. (۱۳۹۸). ارزیابی تاب‌آوری کاربردی شهر در برابر زلزله نمونه موردی شهر پیرانشهر. مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره ۸، شماره ۲۰، صص. ۱۴۶-۱۳۱.
- (۲) اصلانی، فرشته. (۱۳۹۷). تبیین، تحلیل و راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری در برابر زلزله (مطالعه موردی: یک محله همسایگی از محله گلستان شرقی در منطقه ۲۲ تهران). فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بهران، دوره ۸، شماره ۳، پائیز ۱۳۹۷، صص ۲۵۴-۲۴۱.
- (۳) امیریان، سهراب. (۱۳۹۷). بررسی الگوی فضایی آسیب‌پذیری شهرها از زلزله و پیشنهاد الگوی بهینه (نمونه موردی: شهر کرمانشاه)، فصلنامه نگرش‌های نو به جغرافیای انسانی، سال ۱۰، شماره ۳، صص. ۲۶۶-۲۸۷.
- (۴) بهرامی، سیروان؛ سرور، رحیم و اسدیان، فریده. (۱۳۹۷). ارزیابی و تحلیل تاب‌آوری نهادی و کالبدی محلات شهری سنندج (مطالعه موردی: محلات سرتپوله، شالمان و حاجی اباد). فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال ۱۱، شماره ۵۹، صص. ۳۹-۱۵.
- (۵) پاشاپور، حجت‌الله و پورا کریمی، محمد. (۱۳۹۶). سنجش ابعاد کالبدی تاب‌آوری شهری در برابر مخاطرات طبیعی (زلزله) مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهر تهران. فصلنامه مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره ۱۲، شماره ۴ (پیاپی ۴۱)، زمستان ۱۳۹۶. صص ۹۸۵-۱۰۰۲.
- (۶) پورمحمدی، محمدرضا و مصیب‌زاده، علی. (۱۳۸۷). آسیب‌پذیری شهرهای ایران در برابر زلزله و نقش مشارکت محله‌ای در امداد رسانی آن‌ها، جغرافیا و توسعه، شماره ۱۲، صص. ۱۱۷-۱۱۴.
- (۷) جزایری، الناز؛ صمدزاده، رسول و حاتمی‌نژاد؛ حسین. (۱۳۹۸). ارزیابی ظرفیت تاب‌آوری شهری در برابر خطر زمین لرزه با تاکید بر ابعاد اجتماعی و نهادی مطالعه موردی منطقه ۱۲ شهرداری تهران، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ۱۰، شماره پیاپی ۳۹، صص. ۶۳-۵۱.
- (۸) جلالیان، سید اسحاق. (۱۳۹۷). ارزیابی تاب‌آوری ساختاری - طبیعی کاربری اراضی شهری. مطالعه موردی منطقه ۴ کلانشهر تهران، فصلنامه شهر پایدار. دوره ۱، شماره ۴، صص. ۱۰۹-۱۲۳.
- (۹) حاتمی‌نژاد، حسین و ابدانی، یعقوب. (۱۳۹۶). سنجش آسیب‌پذیری سازه‌ای بافت فرسوده شهری در برابر مخاطرات طبیعی با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: بافت فرسوده مرکزی کلانشهر اهواز. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۶، شماره ۱۰۴، صص. ۱۵۹-۱۷۲.
- (۱۰) حسن‌زاده توکلی، سمیه؛ زندمقدم، محمدرضا و کرکه‌آبادی، زینب. (۱۳۹۸). ارزیابی میزان تاب‌آوری بافت‌های فرسوده در مقابل مخاطرات طبیعی مطالعه موردی بافت فرسوده شهر سمنان. فصلنامه شهر پایدار، دوره ۲، شماره ۴، صص. ۸۳-۹۹.
- (۱۱) حسینی، نعمت. (۱۳۸۴). ضرورت بازنگری در مدیریت بحران زلزله در ایران، مجموعه مقالات کارگاه مشترک ایران و ژاپن (۷-۵ مهر ۱۳۸۳)، نشریه شماره ۲۹۸، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور.
- (۱۲) حمزه‌ئی طهرانی، مهشید؛ سجادی جاغرق، سیدعبدالله و زمانی مقدم، افسانه. (۱۳۹۵). شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر تاب‌آوری سازمانی در مواجهه با بحران در میان بیمارستان‌های رشت، دومین کنفرانس بین‌المللی پارادایم‌های نوین مدیریت، نوآوری و کارآفرینی، صص. ۱۳۶-۱۲۱.
- (۱۳) خسروی، ناهید. (۱۳۸۹). مدیریت بحران پس از زلزله (نمونه موردی: شهر بروجرد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- (۱۴) رجبی، معصومه؛ حجازی، میر اسدالله؛ روستایی، شهرام و عالی، نگین. (۱۳۹۷). پهنه‌بندی آسیب‌پذیری مخاطرات طبیعی و



- ژئومورفولوژیکی سکونتگاه‌های سقز (مطالعه موردی سیل و زلزله). نشریه پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، دوره هفتم، شماره ۲، شماره پیاپی ۲۶، صص. ۱۸۳-۱۹۵.
- ۱۵) زنگنه شهرکی، سعید؛ زیاری، کرامت‌الله و پوراکرمی، محمد. (۱۳۹۶). ارزیابی و تحلیل میزان تاب‌آوری کالبدی منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر زلزله با استفاده از مدل FANP و ویکور. فصلنامه انجمن جغرافیای ایران، سال ۱۵، شماره ۵۲، صص. ۸۱-۱۰۲.
- ۱۶) فرزاد بهتاش، محمدرضا؛ کی‌نژاد، علی؛ پیربابایی، محمد تقی و عسگری، علی. (۱۳۹۲). ارزیابی و تحلیل ابعاد و مؤلفه‌های تاب‌آوری کلان‌شهر تبریز. نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، دوره ۱۸، شماره ۳، صص. ۳۳-۴۲.
- ۱۷) مدیری، مهدی؛ شاطریان، محسن و حسینی، سید احمد (۱۳۹۶)، مدل‌سازی آسیب‌پذیری مناطق شهری در زمان وقوع زلزله (نمونه موردی: منطقه سه کلانشهر تهران)، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ۶، شماره ۱۳، صص. ۱۶۴-۱۴۳.
- ۱۸) مشکینی، ابوالفضل؛ قائد رحمتی، صفر و شعبان‌زاده نمینی، رضا. (۱۳۹۳). تحلیل آسیب‌پذیری بافت شهری در برابر زلزله (منطقه مورد مطالعه: منطقه دو شهرداری تهران)، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره ۴۶، شماره ۴، صص. ۸۴۳-۸۵۶.
- ۱۹) مشکینی، ابوالفضل؛ منصورزاده، علی محمد؛ شاه‌رخی‌فر، زینب و موسوی، سیده شهربانو. (۱۳۹۸). سنجش الگوی توزیع فضایی آسیب‌پذیری اجتماعی - کالبدی شهری در برابر مخاطرات طبیعی مطالعه موردی منطقه ۷ شهرداری تهران. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات طبیعی، سال ۶، شماره ۳، صص. ۴۹ - ۷۰.
- 20) Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I., & Wisner, B. (2005). *AT RISK: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*, Taylor & Francis e-Library.
- 21) Cannon, T. (2003). *Vulnerability Analysis, Livelihoods and Disasters Components and Variables of Vulnerability: Modeling and Analysis for Disaster Risk Management*, NR Institute University of Greenwich, Manizales- Colombia.
- 22) Hutter, Gerard Christian., Kuhlicke, Thomas Glade., & Carsten, Felgentreff. (2011). *Natural hazards and resilience: exploring institutional and organizational dimensions of social resilience, natural hazard*, Springer Science+Business Media B.V.Indonesia, *Journal of Business Continuity & Emergency Planning* Vol. 5, No. 4, pp. 316-326.
- 23) IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies). 2004. *World Disasters Report 2004: Focus on Community Resilience*, IFRC, Geneva
- 24) Karrholm, M, (2014). *Spatial resilience and urban planning: Addressing the interdependence of urban retail areas*. *Cities*, Vol.36, pp.121- 130.
- 25) León, J., & March, A. (2014). *Urban Morphology as a Tool for Supporting Tsunami Rapid Resilience: A case study of Talcahuano, Chile*. *Habitat International*, Vol.43, pp. 250-262.
- 26) Olazabal, Marta., Chelleri, Lorenzo., & Waters J. J. (2012). *Why urban resilience?*. In: *Multidisciplinary perspectives on urban resilience: a workshop report*. Basque Centre for Climate Change. Bilbao.
- 27) Taubenböck, H., Roth, A., & Dech, S. (2007). *Vulnerability Assessment Using Remote Sensing, The Earthquake Prone Mega-city Istanbul, Turkey*, German Remote Sensing Data Center (DFD), D-82234 Wessling, Germany.
- 28) Wisner, B., (2004). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*, 2 edition, Routledge.
- 29) Zhou, H. (2009) *Resilience to natural hazards: A geographic perspective*, *Nat Hazards*, DOI 1001007/s11069-009-9407-y.